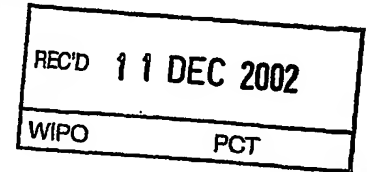


Rec'd PCT/PTO 19 JUL 2004
PCT/DE 02/03585 #2

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 03 475.3

Anmeldetag: 18. Januar 2002

Anmelder/Inhaber: Robert Bosch GmbH, Stuttgart/DE

Bezeichnung: Vorrichtung zur Messung der Viskosität und/oder der Dichte

IPC: G 01 N 9/24

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 7. November 2002
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Holt

18.01.02 Sb/Pv

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Vorrichtung zur Messung der Viskosität und/oder der Dichte

Stand der Technik

15

Die Erfindung geht aus von einer Vorrichtung zur Messung der Dichte und/oder der Viskosität eines Fluids nach der Gattung des Hauptanspruchs.

20

Aus der DE 19850803 ist bereits eine Sensoranordnung und ein Verfahren zur Ermittlung der Dichte und der Viskosität einer Flüssigkeit bekannt, wobei die Verwendung wenigstens einer Oszillationsschaltung vorgeschlagen wird.

Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Vorrichtung mit den Merkmalen des Hauptanspruchs hat demgegenüber den Vorteil, dass eine Kompensationsmöglichkeit für Effekte geschaffen wird, die das Messergebnis beeinträchtigen.

30

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der im Hauptanspruch angegebenen Vorrichtung möglich.

35

Besonders vorteilhaft ist, dass das erste Rückkopplungsnetzwerk entsprechend einem, einen als

Sensorelement fungierenden Resonator als frequenzbestimmendes Element aufweisendes Rückkopplungsnetzwerk vorgesehen ist und dass das zweite Rückkopplungsnetzwerk entsprechend einem, eine

5 Korrekturkapazität als frequenzbestimmendes Element aufweisendes Rückkopplungsnetzwerk vorgesehen ist. Dadurch ist es möglich, dass bei der Messung der Viskosität von hochviskosen Flüssigkeiten eine im wesentlichen zu der Meßimpedanz parallelliegende Kapazität, beispielsweise in

10 Form von Streukapazitäten, kompensierbar ist. Hierdurch wird in vorteilhafter Weise erreicht, dass eine Kompensation der parallelliegenden Kapazität möglich ist, ohne zur Kompensation auf Bauteile mit schlechtem, d.h. großem, Temperaturkoeffizienten bzw. mit schlechten

15 Drifteigenschaften, wie beispielsweise induktive Bauelemente, zurückgreifen zu müssen.

Weiterhin ist von Vorteil, dass die Vorrichtung einen Verstärker aufweist, dass der Verstärker einen ersten

20 Eingang aufweist und dass dem ersten Eingang des Verstärkers ein Ausgang des ersten Rückkopplungsnetzwerk und ein Ausgang des zweiten Rückkopplungsnetzwerk zugeführt ist, wobei dem ersten Eingang des Verstärkers die Differenz der Ausgänge der Rückkopplungsnetzwerke zugeführt ist. Hierdurch ist auf einfache Weise die Kompensation der parallelliegenden Kapazitäten möglich, indem die Korrekturkapazität in etwa so groß gewählt wird wie die zu korrigierende und parallelliegenden Kapazitäten.

30 Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen

Figur 1 ein Ersatzschaltbild eines Quarzresonators in der Umgebung der Resonanzfrequenz,

Figur 2 ein Blockschaltbild der vorgeschlagenen Oszillatorschaltung und

Figur 3 eine schematische Darstellung einer Messanordnung mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

Es ist bereits allgemein bekannt, zur Viskositäts- und oder Dichtemessung piezoelektrische Schwinger, insbesondere Dickenscherschwinger und insbesondere aus Quarz, zu verwenden. Wird ein solcher Dickenscherschwinger in eine viskose Flüssigkeit getaucht, so ändern sich die Resonanzfrequenz der Eigenschwingung und deren Dämpfung in Abhängigkeit der Viskosität und der Dichte der Flüssigkeit.

Der Einfachheit halber folgt zunächst die Beschreibung der Figur 3. In Figur 3 ist eine schematische Darstellung einer Messanordnung mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung dargestellt. In einem Behälter 6 befindet sich ein Fluid 5, erfindungsgemäß insbesondere eine Flüssigkeit 5. In die Flüssigkeit 5 bzw. das Fluid 5 ist der mit dem Bezugszeichen 3 bezeichnete Schwinger eingetaucht. Der Schwinger 3 ist mit einer Regelungs- und Auswerteeinheit 4 verbunden, welche über nicht dargestellte drahtgebundene oder nicht drahtgebundene Kanäle die Messergebnisse bzgl. der zu messenden Größen der Flüssigkeit 5 weiterzuleiten imstande ist. Der Schwinger 3 und die Regelungs- und Auswerteeinheit 4 bilden zusammen die erfindungsgemäße und mit dem Bezugszeichen 7 bezeichnete Vorrichtung zur Messung der Viskosität und/oder der Dichte einer Flüssigkeit. Dies ist in Figur 3 durch eine mittels einer gestrichelt gezeichneten

Linie dargestellte und mit dem Bezugszeichen 7 versehene Zusammenfassung des Schwingers 3 und der Regelungs- und Auswerteeinheit 4 dargestellt.

5 Nachfolgend werden die Figuren 1 und 2 beschrieben.

10 Für einen Quarzresonator gilt dabei das in Figur 1 gezeigte Ersatzschaltbild. Dieses besagt, dass ein im linken Teil der Figur 1 dargestelltes und mit dem Bezugszeichen 1 versehenes Schaltsymbol für das Schwingungssystem - bestehend aus dem Schwinger 3 und dem angekoppelten Fluid 5 - einem Schwingssystem bestehend aus einem ersten und in der Figur 1 mit dem Bezugszeichen 100 versehenen Teil, welcher im folgenden auch als "Trockener Anteil" bezeichnet wird, und
15 einem zweiten und in der Figur 1 mit dem Bezugszeichen 200 versehenen Teil, welcher im folgenden auch als "Flüssigkeitsanteil" oder "Fluidanteil" bezeichnet wird, entspricht.

20 Der trockene Anteil 100 und der Fluidanteil 200 sind in Figur 1 im Sinne einer Serienschaltung verbunden und im rechten Teil der Figur 1 hintereinander angeordnet. Der trockene Anteil 100 umfaßt hierbei einen Schwinger 3, dessen Verhalten sich beschreiben läßt durch eine erste Kapazität C_1 , eine erste Induktivität L_1 und einen ersten Widerstand R_1 . Der Fluidanteil 200 umfaßt hierbei die an den Schwinger 3 angrenzende Fluidschicht bzw. den Anteil des Fluids, welcher durch die mechanischen Schwingungen des Schwingers beeinflusst wird. Das Verhalten der an den Schwinger 3
30 angekoppelten Fluidschicht bzw. des an den Schwinger 3 angekoppelten Anteils des Fluids läßt sich dabei durch eine zweite Induktivität L_2 und einen zweiten Widerstand R_2 beschreiben.

Der zweite Widerstand R_2 ist näherungsweise proportional zur Quadratwurzel aus dem Produkt der Dichte und der dynamischen Viskosität des Fluids bzw. der Flüssigkeit. Der zweite Widerstand R_2 repräsentiert die viskose Dämpfung durch die Flüssigkeit. Die zweite Induktivität L_2 bewirkt eine Frequenzverschiebung durch die viskose Flüssigkeit, wobei die zweite Induktivität L_2 bei rauhen Resonatoroberflächen auch Anteile umfaßt, die durch "gefangene" Flüssigkeitsanteile in der rauhen Resonatoroberfläche entstehen. Diese Frequenzverschiebung ist ebenfalls näherungsweise proportional zur Quadratwurzel aus dem Produkt der Dichte und der dynamischen Viskosität des Fluids bzw. der Flüssigkeit. Bei bekannter oder hinreichend konstanter Dichte kann der Resonator daher zur Bestimmung der (dynamischen) Viskosität verwendet werden. Zur Auswertung bzw. zur Messung ist es erfindungsgemäß vorgesehen, die verwendeten elektrischen Parameter durch Verwendung des Resonators als frequenzbestimmendes Element in einer bzw. durch eine Oszillatorschaltung zu erfassen.

Bei der Charakterisierung hochviskoser Flüssigkeiten steigt der zweite Widerstand R_2 stark an, so dass die Impedanz des Resonators auch in der Umgebung der Serienresonanzfrequenz im wesentlichen durch eine zur der seriellen Anordnung aus erster Kapazität C_1 , erster Induktivität L_1 , erstem Widerstand R_1 , zweiter Induktivität L_2 und zweitem Widerstand R_2 parallel vorhandenen und mit dem Bezugszeichen C_0 versehenen Kapazität bestimmt wird. Diese Kapazität C_0 repräsentiert die elektrostatische Kapazität die durch die, zur Anregung der Schwingung auf dem Resonator aufgebrachten Elektroden dargestellt wird. Weitere, in der Figur 1 der Einfachheit halber nicht gezeigte sogenannte Streukapazitäten, die eben falls zur Kapazität C_0 parallel liegen, können ebenfalls vorhanden sein. Die Streukapazitäten repräsentieren beispielsweise jene

Kapazitäten, die durch die Zuleitungen zum Sensorelement dargestellt werden.

Bei hohen Widerstandswerten des zweiten Widerstands R_2 , das heißt bei hohen Viskositäten der Flüssigkeit, wird die Gesamtimpedanz des Resonators auch in der Umgebung der Serienresonanzfrequenz im wesentlichen durch die Kapazität C_0 (bzw. zusätzlich die Streukapazitäten) bestimmt, wodurch sich die Bestimmung der relevanten Ersatzparameter mittels einer Oszillatorschaltung erschwert.

Eine mögliche Abhilfe ist die Parallelschaltung einer Induktivität zur Kompensation der Kapazität C_0 bzw. zusätzlich der Streukapazitäten in der Umgebung der Serienresonanzfrequenz des Resonators. Der Nachteil hierbei ist zum einen der erforderliche Abgleich dieser zusätzlichen (kompensierenden) Induktivität und zum anderen die üblicherweise schlechten Temperaturkoeffizienten bzw. Drifteigenschaften von induktiven Bauelementen.

Erfindungsgemäß ist eine Oszillatorschaltung vorgesehen, bei welcher der störende Einfluß der Kapazität C_0 durch die Verwendung einer Referenzkapazität C , die im folgenden auch als Korrekturkapazität C bezeichnet wird, unterdrückt wird. Im einfachsten Fall sollte diese Referenzkapazität C etwa dem Wert der Kapazität C_0 aufweisen. Vorteilhaft ist erfindungsgemäß die Kompensationsmöglichkeit der Kapazität C_0 ohne die Notwendigkeit einer abzustimmenden Induktivität und demnach der Wegfall aller damit verbundenen Nachteile.

In Figur 2 ist ein Blockschaltbild einer erfindungsgemäßen Oszillatorschaltung 2 dargestellt. Die Oszillatorschaltung 2 weist einen Verstärker V , ein erstes Rückkopplungsnetzwerk K_1 , ein zweites Rückkopplungsnetzwerk K_2 und eine Verstärkungsregelungseinheit AGC auf. Der Verstärker V weist einen ersten Eingang 10, einen zweiten Eingang 11 und einen

Ausgang 12 auf. Das erste Rückkopplungsnetzwerk K_1 weist einen Eingang 21 und einen Ausgang 22 auf. Das zweite Rückkopplungsnetzwerk K_2 weist einen Eingang 31 und einen Ausgang 32 auf. Die Verstärkungsregelungseinheit AGC weist einen Eingang 41 und einen Ausgang 42 auf. Der Ausgang 12 des Verstärkers V ist sowohl mit dem Eingang 21 des ersten Rückkopplungsnetzwerks K_1 als auch mit dem Eingang 31 des zweiten Rückkopplungsnetzwerks K_2 als auch mit dem Eingang 41 der Verstärkungsregelungseinheit AGC verbunden. Der Ausgang des ersten Rückkopplungsnetzwerks K_1 ist mit dem ersten Eingang 10 des Verstärkers verbunden. Der Ausgang des zweiten Rückkopplungsnetzwerks K_2 ist ebenfalls mit dem ersten Eingang 10 des Verstärkers verbunden. Erfindungsgemäß ist es insbesondere vorgesehen, dass der Ausgang 32 des zweiten Rückkopplungsnetzwerks K_2 derart mit dem ersten Eingang 10 des Verstärkers V verbunden ist, dass der Ausgang 32 des zweiten Rückkopplungsnetzwerks K_2 derart negativ auf den ersten Eingang 10 des Verstärkers V wirkt, dass am ersten Eingang 10 des Verstärkers V die Differenz der Ausgänge 22, 32 des ersten und zweiten Rückkopplungsnetzwerks K_1 , K_2 anliegt. Dies ist in Figur 2 dadurch gekennzeichnet, dass in der Nähe der Zusammenführung der Signale der Ausgänge 22, 32 der Rückkopplungsnetzwerke K_1 , K_2 der Ausgang 32 des zweiten Rückkopplungsnetzwerks K_2 mit einem Minuszeichen (-) bezeichnet ist.

Kern der Oszillatorschaltung 2 ist der Verstärker V und das Rückkopplungsnetzwerk K_1 , welches den in der Figur 2 mit dem Bezugszeichen Q versehenen Resonator als frequenzbestimmendes Element enthält. Der Resonator Q ist erfindungsgemäß insbesondere als Quarz vorgesehen und wird im folgenden auch als Quarz Q bezeichnet. Der Übertragungsfaktor des Rückkopplungsnetzwerks K_1 ist typischerweise so beschaffen, dass er in der Nähe der Serienresonanzfrequenz des Quarzes Q ein betragsmäßiges

Maximum aufweist. Gleichzeitig sollte in der Nähe dieses Punktes vorteilhafterweise die Phasenbedingung für die Oszillation erfüllt sein, d.h. es sollte gelten, dass die Summe der Phasen des ersten Rückkopplungsnetzwerks K_1 und des Verstärkers V ein Vielfaches von 360° ergeben. Die zuletzt genannten Bedingungen können durch entsprechendes Design der Schaltungsblöcke des ersten Rückkopplungsnetzwerks K_1 , des zweiten Rückkopplungsnetzwerks K_2 und des Verstärkers V erfüllt werden.

Die Oszillation erfolgt bei der Frequenz ω , bei der die Schwingbedingung erfüllt ist; im Fall der in Figur 2 gezeigten Anordnung bedeutet dies, dass das Produkt aus dem Übertragungsfaktor des Verstärkers V, multipliziert mit der Differenz, welche sich aus dem Übertragungsfaktor des ersten Rückkopplungsnetzwerks K_1 abzüglich des Übertragungsfaktors des zweiten Rückkopplungsnetzwerks K_2 ergibt, gerade 1 ergeben muß. Die Übertragungsfaktoren der Funktionsblöcke der Oszillatorschaltung 2 sind hierbei als komplexwertige Übertragungsfaktoren zu sehen, weshalb sich diese Schwingbedingung in eine Amplitudenbedingung und eine Phasenbedingung aufspalten läßt.

Durch die Verstärkungsregelungseinheit AGC kann die Amplitudenbedingung bei der durch die Phasenbedingung vorgegebenen Oszillationsfrequenz erfüllt werden. Die Verstärkungsregelungseinheit AGC umfaßt beispielhaft insbesondere einen in Figur 2 der Einfachheit halber nicht dargestellten Funktionsblock zur Erfassung der Schwingungsamplitude eines ersten und in der Figur 2 mit dem Bezugszeichen FS bezeichneten Ausgangssignals der Oszillatorschaltung 2, welches erfindungsgemäß insbesondere dem Ausgangssignal des Verstärkers V entspricht. Dieser Funktionsblock in der Verstärkungsregelungseinheit AGC zur

Erfassung der Schwingungsamplitude ist insbesondere als Gleichrichterschaltung ausgeführt. Weiterhin umfaßt die Verstärkungsregelungseinheit AGC beispielhaft insbesondere einen in Figur 2 der Einfachheit halber nicht dargestellten Regler, welcher über den Ausgang 42 der Verstärkungsregelungseinheit AGC und den zweiten Eingang 11 des Verstärkers V die Verstärkung im Verstärker V so einstellt, dass sich eine konstante Schwingungsamplitude ergibt. Dem Ausgang 42 der Verstärkungsregelungseinheit AGC entspricht ein zweites und in Figur 2 mit dem Bezugszeichen VS bezeichnetes Ausgangssignal der Oszillatorschaltung 2.

Erfindungsgemäß ist es das Ziel, bei der Regelung durch die Oszillationsschaltung, eine Oszillation bei der durch die zu messende Impedanz bestimmte Serienresonanzfrequenz herbeizuführen, wobei die zu messende Impedanz durch die in Figur 1 dargestellte Serienschaltung aus erster Induktivität L_1 , erster Kapazität C_1 , erstem Widerstand R_1 , zweiter Induktivität L_2 und zweitem Widerstand R_2 gegeben ist. Die Oszillatorfrequenz, welche bei erfolgter Kompensation im wesentlichen durch die Induktivitäten L_1 und L_2 und die erste Kapazität C_1 bestimmt ist und für die das erste Ausgangssignal FS ein Maß ist, kann dann zur Bestimmung der zweiten Induktivität L_2 verwendet werden. Da der zweite Widerstand R_2 , der im folgenden auch als Verlustwiderstand R_2 bezeichnet wird, die Dämpfung des ersten Rückkopplungsnetzwerks K_1 bestimmt, kann er indirekt durch das zur Herbeiführung der Oszillation notwendige, die Verstärkung bestimmende, zweite Ausgangssignal VS der Oszillationsschaltung, welches im folgenden auch als Verstärkungssignal VS bezeichnet wird, bestimmt werden. Da beide Größen, die erste Induktivität L_2 und der zweite Widerstand R_2 , durch das Produkt aus (dynamischer) Viskosität und Dichte des Fluids bestimmt werden, können die

Ausgangssignale FS und VS zur Bestimmung dieser Flüssigkeitseigenschaften herangezogen werden.

Ohne Anwesenheit des zweiten Rückkopplungsnetzwerks K_2 würde die frequenzbestimmende Phasenbedingung jedoch maßgeblich von der Kapazität C_0 beeinflusst, die im folgenden auch als statische Kapazität C_0 bezeichnet wird. Dies gilt insbesondere bei großen Verlustwiderständen R_2 , welche den Serienresonanzzweig sehr hochohmig machen. Somit führt die statische Kapazität C_0 bei der Gesamtimpedanz des Schwingersystems zu einem Phasenfehler im Frequenzgang des ersten Rückkopplungsnetzwerks K_1 , wodurch sich die Schwingungsfrequenz von der gewünschten Serienresonanzfrequenz entfernt bzw. die Schwingung im Extremfall sogar abreißt. Mit der Abweichung von der Serienresonanzfrequenz kann auch nicht mehr fehlerfrei von dem zweiten Ausgangssignal VS, welches von der Verstärkungsregelungseinheit AGC geliefert wird, auf den Verlustwiderstand R_2 geschlossen werden. Kompensiert werden könnte die statische Kapazität C_0 zwar durch eine Parallelinduktivität; es wären jedoch schwerwiegende Nachteile damit verbunden, wie zum Beispiel:

- Induktivitäten sind schwer abstimmbar und nur unter großen Fertigungstoleranzen herstellbar;
- Induktivitätswerte von Spulen driften und weisen Temperaturabhängigkeiten auf;
- die Kompensation erfolgt nur bei der Parallelresonanzfrequenz, gegeben durch die statische Kapazität C_0 und die parallelgeschaltete Induktivität.

Die erfindungsgemäße Kompensationsmethode der statischen Kapazität C_0 (und evtl. vorhandener parallel dazu vorhandener Streukapazitäten) basiert auf der Annahme, dass das erste Rückkopplungsnetzwerk K_1 eine Übertragungsfunktion aufweist, die zumindest näherungsweise

proportional ist zum Inversen der Impedanz des Quarzes Q . In diesem Fall kann der Anteil der statischen Kapazität C_0 durch das im Blockschaltbild parallel zum ersten Rückkopplungssnetzwerk K_1 angeordnete zweite Rückkopplungssnetzwerks K_2 kompensiert werden, indem die Ausgangssignale des ersten Rückkopplungssnetzwerks K_1 und des zweiten Rückkopplungssnetzwerks K_2 , wie in Figur 2 gezeigt, subtrahiert werden. Werden die Rückkopplungssnetzwerke K_1 , K_2 identisch gewählt, so muss für eine vollständige Kompensation der statischen Kapazität C_0 die Korrekturkapazität C auf den Wert der statischen Kapazität C_0 gesetzt werden. Die Funktionalität des zweiten Rückkopplungssnetzwerks K_2 ist mit derjenigen des ersten Rückkopplungssnetzwerks K_1 vergleichbar insofern als, dass auch das zweite Rückkopplungssnetzwerk K_2 eine Übertragungsfunktion aufweist, welche im wesentlichen proportional zum Inversen einer Impedanz ist, nämlich der Impedanz der Korrekturkapazität C .

Anstelle des genauen Abgleichs der Korrekturkapazität C auf den für die optimale Kompensation benötigten Wert kann die Kompensation vorteilhafterweise auch durch Variation von anderen Parametern, die den Übertragungsfaktor des zweiten Rückkopplungsnetzwerks K_2 beeinflussen, wie zum Beispiel Verstärkungsfaktoren, erfolgen.

Eine vorteilhafte schaltungstechnische Ausführung der erfindungsgemäßen Oszillationsschaltung bzw. der erfindungsgemäßen Vorrichtung 7 verwendet bezüglich Masse - d.h. das Bezugspotential der Oszillationsschaltung, welches in Figur 2 der Einfachheit halber nicht dargestellt ist - symmetrische Signale, wodurch die Subtraktion der Ausgangssignale 22, 32 der Rückkopplungssnetzwerke K_1 , K_2 durch "Auskreuzen" der Signalleitungen erfolgen kann. Die Ausführung der Ausgänge 22, 32 der Rückkopplungssnetzwerk

5 K_1 , K_2 in Form von sogenannten Stromausgängen [was bedeutet
das genau?] kann zudem eine einfache Ausführung des
Additionsknotens ermöglichen, welcher in Figur 2 mit einem
Pluszeichen (+) in einem Kreis bei der Zusammenführung der
Ausgänge 22, 32 der Rückkopplungssnetzwerke K_1 , K_2 zum
Eingang 10 des Verstärkers dargestellt ist. Eine ebensolche
Ausführung der Ausgänge 22, 32 in Form von Stromausgängen
ermöglicht es alternativ auch, die erfindungsgemäße
10 Subtraktion des Ausgangssignals des zweiten
Rückkopplungssnetzwerks K_2 von Ausgangssignal des ersten
Rückkopplungssnetzwerks K_1 mittels eines nicht dargestellten
Subtraktionsknotens (anstelle des Additionsknotens)
durchzuführen.

18.01.02 Sb/Pv

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Patentansprüche

15

1. Vorrichtung (7) zur Messung der Viskosität und/oder der Dichte eines Fluids (5) mittels eines zu mechanischen Schwingungen fähigen Schwingers, wobei der Schwinger mit dem Fluid (5) in Kontakt bringbar vorgesehen ist, wobei eine Oszillatorschaltung (2) vorgesehen ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Oszillatorschaltung (2) ein erstes Rückkopplungsnetzwerk (K_1) und ein zweites Rückkopplungsnetzwerk (K_2) aufweist.

20

2. Vorrichtung (7) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Rückkopplungsnetzwerk (K_1) entsprechend einem, einen als Sensor fungierenden Resonator (Q) als frequenzbestimmendes Element aufweisendes Rückkopplungsnetzwerk vorgesehen ist und dass das zweite Rückkopplungsnetzwerk (K_2) entsprechend einem, eine Korrekturkapazität (C) als frequenzbestimmendes Element aufweisendes Rückkopplungsnetzwerk vorgesehen ist.

30

3. Vorrichtung (7) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (7) einen Verstärker (V) aufweist, dass der Verstärker (V) einen ersten Eingang (10) aufweist und dass dem ersten Eingang (10) des Verstärkers (V) ein Ausgang (22) des ersten Rückkopplungsnetzwerks (K_1) und ein Ausgang (32) des zweiten

35

Rückkopplungsnetzwerk (K_2) zugeführt ist, wobei dem ersten Eingang (10) des Verstärkers (V) die Differenz der Ausgänge (22, 32) der Rückkopplungsnetzwerke (K_1 , K_2) zugeführt ist.

5 4. Vorrichtung (7) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Verstärker (V) einen Ausgang (12) aufweist, wobei der Verstärkerausgang (12) mit einem Eingang (21) des ersten Rückkopplungsnetzwerks (K_1) und mit einem Eingang (31) des zweiten Rückkopplungsnetzwerks (K_2) verbunden ist.

10 5. Vorrichtung (7) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Verstärkerausgang (12) einem ersten Ausgangssignal (FS) der Oszillatorschaltung (2) entspricht.

15 6. Vorrichtung (7) nach einem der Ansprüche 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (7) eine Verstärkungsregelungseinheit (AGC) umfaßt, wobei die Verstärkungsregelungseinheit (AGC) einen Eingang (41) umfaßt, wobei der Verstärkerausgang (12) mit dem Eingang (41) der Verstärkungsregelungseinheit (AGC) verbunden ist.

20 7. Vorrichtung (7) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Verstärker (V) einen zweiten Eingang (11) aufweist und dass die Verstärkungsregelungseinheit (AGC) einen Ausgang (42) aufweist, wobei der Ausgang (42) der Verstärkungsregelungseinheit (AGC) mit dem zweiten Eingang (11) des Verstärkers (V) verbunden ist.

30 8. Vorrichtung (7) nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Ausgang (42) der Verstärkungsregelungseinheit (AGC) einem zweiten Ausgangssignal (VS) der Oszillatorschaltung (2) entspricht.

18.01.02 Sb/Pv

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Vorrichtung zur Messung der Viskosität und/oder der Dichte

Zusammenfassung

15

Es wird eine Vorrichtung (7) zur Messung der Viskosität und/oder der Dichte eines Fluids (5) mittels eines zu mechanischen Schwingungen fähigen Schwingers vorgeschlagen, wobei der Schwinger mit dem Fluid (5) in Kontakt bringbar vorgesehen ist, wobei eine Oszillatorschaltung (2) vorgesehen ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Oszillatorschaltung (2) ein erstes Rückkopplungsnetzwerk (K1) und eine zweites Rückkopplungsnetzwerk (K2) aufweist.

20

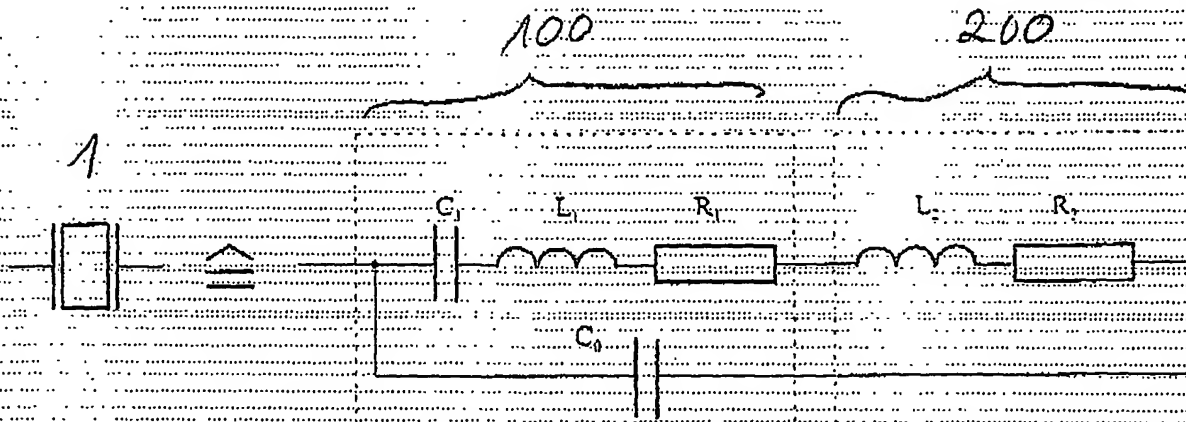


Fig 1

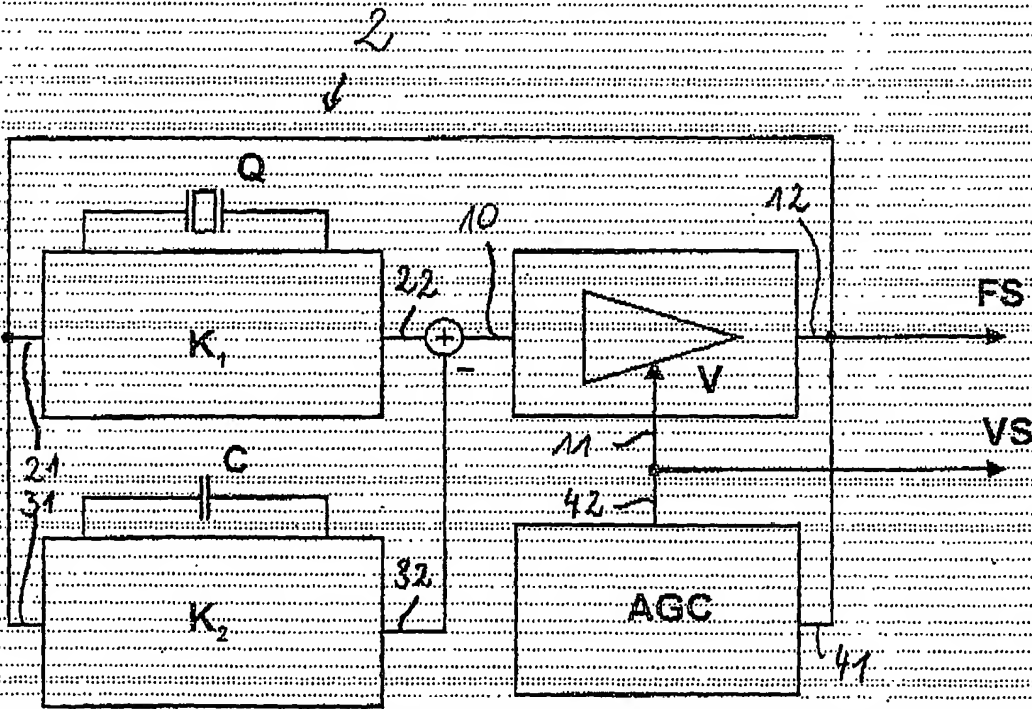


Fig 2

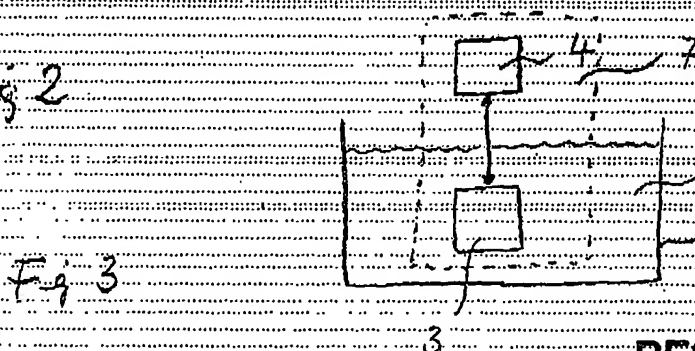


Fig 3